10/554620

JC20 Rec'd PCT/PTO 27 OCT 2005

DOCKET NO.: 280512US2PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Akira UMEDA

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP04/06148

INTERNATIONAL FILING DATE: April 28, 2004

FOR: DYNAMIC MATRIX SENSITIVITY MEASURING INSTRUMENT FOR INERTIAL SENSORS, AND MEASURING METHOD THEREFOR

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

| COUNTRY | APPLICATION NO | DAY/MONTH/YEAR |
|---|---|---|
| Japan | 2003-123417 | 28 April 2003 |
| Japan | 2003-360287 | 21 October 2003 |

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP04/06148. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Surinder Sachar

Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number
22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

PCT/JP2004/006148

# 日本国特許庁
# JAPAN PATENT OFFICE

26.05.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

REC'D 17 JUN 2004

WIPO PC

出願年月日
Date of Application: ２００３年　４月２８日

出願番号
Application Number: 特願２００３－１２３４１７

[ST. 10/C] : [ＪＰ２００３－１２３４１７]

出願人
Applicant(s): 独立行政法人産業技術総合研究所

**PRIORITY DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

２００４年　４月２７日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

出証番号　出証特２００４－３０３６３２０

【書類名】　特許願
【整理番号】　P15-16
【提出日】　平成15年 4月28日
【あて先】　特許庁長官　太田　信一郎　殿
【国際特許分類】　G01M　7/02
【発明者】
　【住所又は居所】　東京都杉並区和田三丁目３５－８、パーチェ東高円寺１０３
　【氏名】　梅田　章
【特許出願人】
　【識別番号】　301021533
　【氏名又は名称】　独立行政法人産業技術総合研究所
【特許出願人】
　【識別番号】　000100676
　【氏名又は名称】　アイエムブイ株式会社
【代理人】
　【識別番号】　100081787
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　小山　輝晃
　【電話番号】　(3639)2297
【手数料の表示】
　【予納台帳番号】　053730
　【納付金額】　21,000円
【提出物件の目録】
　【物件名】　明細書　1
　【物件名】　図面　1
　【物件名】　要約書　1
【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書
【発明の名称】　慣性センサの動的マトリックス感度の計測方法及びその計測装置
【特許請求の範囲】
【請求項１】　慣性センサに複数軸の振動運動を同時に付与し、該慣性センサに付与される複数軸の振動運動の入力ベクトルを計測すると共に振動運動を付与された該慣性センサの各出力軸の出力ベクトルを計測し、これら入力ベクトルと出力ベクトルから該慣性センサのマトリックス感度を算出する慣性センサの動的マトリックス感度の計測方法。
【請求項２】　上面に慣性センサを係着可能なテーブルを具備し、該テーブルに複数軸の振動を付与する振動台と、該テーブルを介して前記慣性センサに付与される複数軸の振動運動の入力ベクトルを計測する入力計測手段と、該入力ベクトルと振動運動を付与された前記慣性センサの各出力軸からの信号よりなる出力ベクトルを入力して前記慣性センサのマトリックス感度を算出する演算処理手段とからなる慣性センサの動的マトリックス感度の計測装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は自動車、潜水艦、ミサイル、航空機等に搭載する慣性航法装置に関係する慣性センサ、ロボットの運動制御に用いる慣性センサ、人体運動又は人体が受ける振動や動物の行動モニター等の計測に用いる慣性センサ、画像機器、映像機器等の振動防止に用いる慣性センサ等の種々の用途の慣性センサの動的マトリックス感度の計測方法及び計測装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
慣性センサの代表としての加速度センサでは、その殆どは感度軸が１つしかない一軸加速度センサである。一軸加速度センサの校正では、振動台の振動方向と慣性センサの感度軸を一致させて校正が行われる。振動台の運動自由度は、一自由度であることが普通である。（例えば、非特許文献１参照。）。最も精度が高

いとされるレーザ干渉計を用いた一次校正でもこの方法が用いられており、貿易の障害にならないことを目標にして行われる相互承認のための国際比較においても、この方法が用いられた。

【０００３】

【非特許文献１】

振動工学ハンドブック　谷口修編　１９７６年　養賢堂　第１３章振動測定　１３．３．２　振動測定器の校正

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

この従来の方法によれば、一軸のみの校正であるので、ベクトルとしての加速度を用いた校正とは言い難く、運動の方向があらかじめわかっている時の振動振幅の測定の校正という意味でしかありえない。加速度が大きさと方向性を持つ物理量であり、方向性を考慮した校正でなければ、加速度を計測するための加速度の計測標準にはなりえない。したがって、現状の校正技術を基礎にして、加速度センサの性能が評価出来たとすること、もしくは加速度の計測標準が確立したとすることは、加速度がベクトルであることを認める限りにおいて無理と言わざるを得ない。

【０００５】

慣性センサへの入力信号は、ベクトルであり、慣性センサの出力もベクトルである。つまり、慣性センサは入力ベクトルの集合としてのベクトル空間を、出力ベクトル信号の集合であるベクトル空間に射影することになる。

【０００６】

ベクトルには数値ベクトルと関数ベクトルが数学的にはありうるが、計測で考えるのは数値ベクトルであるから、射影の換算を意味する感度は線形性を仮定する限りマトリックスにならねばならない。すなわち、マトリックスを決めることができなければ、加速度などの慣性計測装置を校正したとは言えないのである。

【０００７】

本発明は、ベクトルとしての加速度で校正できる慣性センサの動的マトリックス感度の計測方法及び計測装置を提供することを目的とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成すべく、本発明は計測方法として慣性センサに複数軸の振動運動を同時に付与し、該慣性センサに付与される複数軸の振動運動の入力ベクトルを計測すると共に振動運動を付与された該慣性センサの各出力軸信号を成分とする出力ベクトルを計測し、これら入力ベクトルと出力ベクトルから該慣性センサのマトリックス感度を算出し、又計測装置として上面に慣性センサを係着可能なテーブルを具備し、該テーブルに複数軸の振動を付与する振動台と、該テーブルを介して前記慣性センサに付与される複数軸の振動運動の入力ベクトルを計測する入力計測手段と、該入力ベクトルと振動運動を付与された前記慣性センサの各出力軸の出力ベクトルを入力して前記慣性センサのマトリックス感度を算出する演算処理手段とからなる。

【０００９】

【発明の実施の形態】

慣性センサがＫ個の軸を持ち出力ベクトル空間の次元がＫ次元になりうるとし、振動運動発生装置の自由度がＭ自由度あるとすると、慣性センサの感度マトリックスとしてＫ×Ｍ次マトリックスを導くことができる。この感度マトリックスの成分の全てを周波数の関数として、あるいは周波数と重力加速度に対する慣性センサの姿勢の関数として解く事を、校正とする。このマトリックスの全ての成分を未知数とし、慣性センサを搭載した振動運動発生装置がＭ自由度の運動を発生することが出来るので、Ｍ個の独立なベクトル運動を発生させて、そのときの出力信号をＮ個の軸から測定することによって、Ｋ×Ｍ次のマトリックスの全ての成分に関する連立方程式を立てることが可能になる。この連立一次方程式を解けば、ある周波数$\omega$における主軸感度と横感度からなる感度マトリックスの全ての成分を導くことができる。

【００１０】

本発明の１実施の形態を図面に従って説明する。

【００１１】

１は振動台、１ａは該振動台１のテーブルを示し、該振動台１の側面に、該テ

ーブル１ａに水平のＸ軸方向の振動を付与する第１アクチュエータ２を設けると共に、該第１アクチュエータ２から９０°の角度離れた前記側面に、前記テーブル１ａに水平のＹ軸方向の振動を付与する第２アクチュエータ３を設け、更に前記振動台１の下面に、前記テーブル１ａに垂直のＺ軸方向の振動を付与する第３アクチュエータ４を設けた。

【００１２】

５は前記テーブル１ａの上面に固定した立方体状で各面を反射面に形成した鏡体を示し、該鏡体５の１側面に対向し前記第１アクチュエータ２と１８０°の反対側の位置に第１レーザ干渉計６を設け、又前記鏡体５の他の側面に対向し前記第２アクチュエータ３と平行して第２レーザ干渉計７を設け、又前記鏡体５の上面に対向して前記テーブル１ａの上方に第３レーザ干渉計８を設け、これら鏡体５と第１～第３レーザ干渉計６、７、８により入力計測手段９を構成する。

【００１３】

１０は校正対象の加速度センサその他からなる慣性センサを示し、該慣性センサ１０は前記テーブル１ａの上面に係着されている。又１１は該テーブル１ａの上面に固定され前記第１～第３アクチュエータ２、３、４の作動を制御するための補助慣性センサを示す。

【００１４】

ここで慣性センサとは、１）直線加速度に関しては慣性質量が物理的な意味でのばねと物理的な意味でのダンパにより支持され、ばねとダンパが固定されるケース取り付け部分に加えられる直線運動の加速度を前記慣性マスと振動体の間の相対振動により計測するセンサ、２）回転角速度、回転角加速度については、回転体、ジンバルなどジャイロ効果を検出する機構からなるセンサを意味する。大きさに関しては、従来型のものと同時に、半導体微細加工技術、機械的微細加工技術、化学的微細加工技術による微小構造を用いたものを含むものとする。

【００１５】

１２はＰＣその他からなる演算処理手段である演算処理装置を示し、該演算処理装置１２はその入力側において前記第１～第３レーザ干渉計６、７、８、前記慣性センサ１０及び前記補助慣性センサ１１に接続すると共に、出力側において

電力増幅器１３を介して前記第１～第３アクチュエータ２、３、４に接続し、後述する演算制御処理を実行する。

【００１６】

次に、本発明の１実施の形態の作用について説明する。

【００１７】

（１）慣性センサが一軸の加速度センサで三次元の振動台を用いる場合。

演算処理装置１２の操作部を操作して、各アクチュエータ２、３、４にそれぞれ所定の振動となるように制御信号を出力する。このとき補助慣性センサ１１がテーブル１ａを介して各アクチュエータ２、３、４が所定の振動として作動しているか否から計測し、演算処理装置１２は各アクチュエータ２、３、４に応じて所定の振動になっていないときは所定の振動になるように各アクチュエータ２、３、４に制御信号を発生して各アクチュエータ２、３、４がそれぞれ所定の振動になるようにこれら各アクチュエータ２、３、４に制御信号を出力する。

【００１８】

このように各アクチュエータ２、３、４に所定の振動を付与し、このときの慣性センサ１０としての加速度センサの１個の感度軸をＸ軸とし、この出力信号を入力して演算処理装置１２が該出力信号をラプラス変換して該出力信号を（$a_{ox}(\omega)$, 0, 0）とする。$\omega$は角振動数である。Ｙ軸成分とＺ軸成分は勿論ゼロである。これに対して入力計測手段９の各レーザ干渉計６、７、８においてテーブル１ａを介して加速度センサ１０の入力加速度を計測し、該入力加速度を入力した演算処理装置１２がラプラス変換して該入力信号を、（$a_{ix}(\omega)$, $a_{iy}(\omega)$, $a_{iz}(\omega)$）とする。入力加速度が、該加速度センサの感度軸上にあるとは仮定しない。感度軸上にあると仮定したのでは、入力加速度をベクトルとみなしたことにはならない。

【００１９】

従って前述の場合では、マトリックス感度は１×３のマトリックス（$S_{xx}$, $S_{xy}$, $S_{xz}$）で表される。$S_{xx}$, $S_{xy}$, $S_{xz}$は各々、加速度センサのＸ軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので主軸感度、加速度のＹ軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので横感度、加速度のＺ軸入力成分に対するＸ軸出力

信号との関係を表すので横感度を表す。このときに、出力信号と入力信号の関係は、以下の式で表される。

【００２０】

（１）式

$$a_{ox}(\omega)\exp(j\omega)=(S_{x,x}(\omega),S_{x,y}(\omega),S_{x,z}(\omega))\begin{pmatrix}a_{ix}\exp(j\omega)\\a_{iy}\exp(j\omega)\\a_{iz}\exp(j\omega)\end{pmatrix}$$

【００２１】

三次元の振動台は、三次元空間で独立な３個のベクトル振動加速度を生成することが出来るので、それらを$(a_{ix1},a_{iy1},a_{iz1})\exp(j\omega)$，$(a_{ix2},a_{iy2},a_{iz2})\exp(j\omega)$，$(a_{ix3},a_{iy3},a_{iz3})\exp(j\omega)$とする。この時（１）式に代入すると、以下の関係が成立する。$a_{ox1}$，$a_{ox2}$，$a_{ox3}$は、$\exp(j\omega)$との位相、ゲインを考えた$\omega$の関数としての複素数である。

【００２２】

（２）式

$$a_{ox1}(\omega)=S_{x,x}(\omega)a_{ix1}+S_{x,y}(\omega)a_{iy1}+S_{x,z}(\omega)a_{iz1}$$
$$a_{ox2}(\omega)=S_{x,x}(\omega)a_{ix2}+S_{x,y}(\omega)a_{iy2}+S_{x,z}(\omega)a_{iz2}$$
$$a_{ox3}(\omega)=S_{x,x}(\omega)a_{ix3}+S_{x,y}(\omega)a_{iy3}+S_{x,z}(\omega)a_{iz3}$$

【００２３】

（２）式は、おのおのの角振動数$\omega$における（$S_{xx}$，$S_{xy}$，$S_{xz}$）に関する連立一次方程式であり、係数マトリックスは、（$a_{ixk}$，$a_{iyk}$，$a_{izk}$）$(k=1,2,3)$が独立である以上行列式はゼロではないので、必ず解ける。したがって、主軸感度$S_{xx}$、横感度$S_{xy}$，$S_{xz}$が求まることを意味する。

【００２４】

即ち演算処理装置１２が（２）式の連立一次方程式で角振動数を走査することで、主軸感度、横感度を、周波数の関数として定義することが可能になる。

【００２５】

（２）慣性センサが二軸の加速度センサで、三次元の振動台を用いる場合。

慣性センサ１０としての加速度センサの２個の感度軸をＸ軸、Ｙ軸とし、これ

らの出力信号を入力して演算処理装置１２が該出力信号をラプラス変換して該出力信号を$(a_{ox}(\omega), a_{oy}(\omega), 0)$とする。$\omega$は角振動数である。Ｚ軸成分は勿論ゼロである。これに対して、前述と同様に各レーザ干渉計６、７、８が加速度センサ１０の入力加速度を計測し、演算処理装置１２が該入力加速度をラプラス変換して$(a_{ix}(\omega), a_{iy}(\omega), a_{iz}(\omega))$とする。入力加速度が、該加速度センサの二個の感度軸で決まる平面（感度平面）上にあるとは仮定しない。感度軸で決まる平面上にあると仮定したのでは、入力加速度をベクトルとみなしたことにはならない。この時、マトリックス感度は以下に示す２×３のマトリックスで表される。

【００２６】

（３）式

$$\begin{pmatrix} S_{x,x}, S_{x,y}, S_{x,z} \\ S_{y,x}, S_{y,y}, S_{y,z} \end{pmatrix}$$

【００２７】

$S_{xx}$, $S_{xy}$, $S_{xz}$は各々、加速度センサのＸ軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので主軸感度、加速度のＹ軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので横感度、加速度のＺ軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので横感度を表す。$S_{yx}$, $S_{yy}$, $S_{yz}$は各々、加速度センサのＹ軸出力に対する入力信号との関係を表す。$S_{yx}$は加速度センサのＸ軸入力成分に対するＹ軸出力信号との関係を表すので横感度、$S_{yy}$は加速度のＹ軸入力成分に対するＹ軸出力信号との関係を表すので主軸感度、$S_{yz}$は加速度のＺ軸入力成分に対するＹ軸出力信号との関係を表すので横感度を表す。このとき、入力ベクトルと、出力ベクトルとの関係は次式で表される。

【００２８】

（４）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix}\exp(j\omega) \\ a_{iy}\exp(j\omega) \\ a_{iz}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

【００２９】

三次元の振動台は、三次元空間で独立な３個のベクトル振動加速度を生成することが出来るので、それらを$(a_{ix1}, a_{iy1}, a_{iz1})\exp(j\omega)$，$(a_{ix2}, a_{iy2}, a_{iz2})\exp(j\omega)$，$(a_{ix3}, a_{iy3}, a_{iz3})\exp(j\omega)$とする。

【００３０】

このときに（４）式に代入すると、以下の３個の方程式（５）、（６）、（７）が成立する。$a_{ox}$，$a_{ox}$，$a_{ox}$は、$\exp(j\omega)$との位相、ゲインを考えた$\omega$の関数としての複素数である。

【００３１】

３個の方程式（５）、（６）、（７）を感度マトリックスの全ての成分に関する連立方程式としてまとめると、（８）式を得る。

【００３２】

（５）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox1}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy1}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix1}\exp(j\omega) \\ a_{iy1}\exp(j\omega) \\ a_{iz1}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（６）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox2}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy2}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix2}\exp(j\omega) \\ a_{iy2}\exp(j\omega) \\ a_{iz2}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（７）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox3}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy3}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix3}\exp(j\omega) \\ a_{iy3}\exp(j\omega) \\ a_{iz3}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（８）式

$$\begin{pmatrix} a_{ix1} & a_{iy1} & a_{iz1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{ix1} & a_{iy1} & a_{iz1} \\ a_{ix2} & a_{iy2} & a_{iz2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{ix2} & a_{iy2} & a_{iz2} \\ a_{ix3} & a_{iy3} & a_{iz3} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{ix3} & a_{iy3} & a_{iz3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_{x,x} \\ S_{x,y} \\ S_{x,z} \\ S_{y,x} \\ S_{y,y} \\ S_{y,z} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{ox1} \\ a_{oy1} \\ a_{ox2} \\ a_{oy2} \\ a_{ox3} \\ a_{oy3} \end{pmatrix}$$

【００３３】

（８）式において、３個のベクトル（$a_{ixk}$，$a_{iyk}$，$a_{izk}$）（k=1, 2, 3)が独立であることから、６個のベクトル($a_{ixk}$，$a_{iyk}$，$a_{izk}$、0，0，0）（k=1, 2, 3)、（0，0，0, $a_{ixk}$，$a_{iyk}$，$a_{izk}$）（k=1, 2, 3)は独立であることがわかるから、連立一次方程式の行列式はゼロではないので、かならず解けることになる。感度$S_{i,j}$（i=x, y：j=x，y，z)では、添え字が等しいと主軸感度であり、等しくなければ横感度を表す。演算処理装置１２が（８）の連立一次方程式で角振動数を走査することで、主軸感度、横感度を、周波数の関数として定義することが可能になる。

【００３４】

（３）慣性センサが三軸の加速度センサで、三次元の振動台を用いる場合。

慣性センサ１０としての加速度センサの３個の感度軸をＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸とし、これら出力信号を入力して演算処理装置１２が該出力信号をラプラス変換して該出力信号を($a_{ox}(\omega)$，$a_{oy}(\omega)$，$a_{oz}(\omega)$)とする。$\omega$は角振動数である。これに対して前述と同様に各レーザ干渉計６、７、８が角速度センサ１０の入力加速度を計測し、演算処理装置１２が該入力加速度をラプラス変換して（$a_{ix}(\omega)$，$a_{iy}(\omega)$，$a_{iz}(\omega)$）とする。入力加速度が、該加速度センサの三個の感度軸で決まる空間（感度空間）上にあるとは仮定しない。感度軸で決まる感度空間にあると仮定したのでは、入力加速度をベクトルとみなしたことにはならない。加速度センサは、入力加速度空間を感度ベクトル空間に射影する。この時、マトリックス感度は以下に示す３×３のマトリックスで表される。

【００３５】

（９）式

$$\begin{pmatrix} S_{x,x}, S_{x,y}, S_{x,z} \\ S_{y,x}, S_{y,y}, S_{y,z} \\ S_{z,x}, S_{z,y}, S_{z,z} \end{pmatrix}$$

【００３６】

$S_{xx}$，$S_{xy}$，$S_{xz}$は各々、加速度センサのＸ軸出力に対する入力信号との関係を表す。$S_{xx}$はＸ軸入力成分に対するＸ軸出力なので主軸感度、$S_{xy}$は加速度のＹ軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので横感度、$S_{xz}$は加速度のＺ軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので横感度を表す。$S_{yx}$，$S_{yy}$，$S_{yz}$は加速度センサのＹ軸出力に対する入力信号との関係を表す。$S_{yx}$は加速度のＸ軸入力成分に対するＹ軸出力信号との関係を表すので横感度、$S_{yy}$は加速度のＹ軸入力成分に対するＹ軸出力信号との関係を表すので主軸感度、$S_{yz}$は加速度のＺ軸入力成分に対するＹ軸出力信号との関係を表すので横感度を表す。$S_{zx}$, $S_{zy}$, $S_{zz}$は、加速度センサのＺ軸出力に対する入力信号との関係を表す。$S_{zx}$は加速度センサへのＸ軸入力成分に対するＺ軸出力信号との関係を表すので横感度、$S_{zy}$は加速度センサへのＹ軸入力成分に対するＺ軸出力信号との関係を表すので横感度、$S_{zz}$は加速度センサへのＺ軸入力成分に対するＺ軸出力信号との関係を表すので主軸感度を表す。このとき、入力ベクトルと、出力ベクトルとの関係は次式で表される。

【００３７】

（１０）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oz}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega) \\ S_{z,x}(\omega), S_{z,y}(\omega), S_{z,z}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix}\exp(j\omega) \\ a_{iy}\exp(j\omega) \\ a_{iz}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

【００３８】

三次元の振動台は、三次元空間で独立な３個のベクトル振動加速度を生成することが出来るので、それらを($a_{ix1}$，$a_{iy1}$，$a_{iz1}$)exp(ｊω)，($a_{ix2}$，$a_{iy2}$，$a_{iz2}$)exp(ｊω)，($a_{ix3}$，$a_{iy3}$, $a_{iz3}$)exp(ｊω)とする。この時（１０）式に代入すると、以下の３個の方程式（１１）、（１２）、（１３）が成立する。$a_{ox}$，$a_{oy}$，$a_{oz}$は、exp(ｊω)との位相、ゲインを考えたωの関数としての複素数である。３個

の方程式（１１）、（１２）、（１３）を感度マトリックスの全ての成分に関する連立一次方程式としてまとめると、（１４）式を得る。

【００３９】

（１１）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox1}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy1}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oz1}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega) \\ S_{z,x}(\omega), S_{z,y}(\omega), S_{z,z}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix1}\exp(j\omega) \\ a_{iy1}\exp(j\omega) \\ a_{iz1}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（１２）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox2}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy2}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oz2}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega) \\ S_{z,x}(\omega), S_{z,y}(\omega), S_{z,z}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix2}\exp(j\omega) \\ a_{iy2}\exp(j\omega) \\ a_{iz2}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（１３）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox3}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy3}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oz3}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega) \\ S_{z,x}(\omega), S_{z,y}(\omega), S_{z,z}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix3}\exp(j\omega) \\ a_{iy3}\exp(j\omega) \\ a_{iz3}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（１４）式

$$\begin{pmatrix} a_{ix1} & a_{iy1} & a_{iz1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{ix1} & a_{iy1} & a_{iz1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix1} & a_{iy1} & a_{iz1} \\ a_{ix2} & a_{iy2} & a_{iz2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{ix2} & a_{iy2} & a_{iz2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix2} & a_{iy2} & a_{iz2} \\ a_{ix3} & a_{iy3} & a_{iz3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{ix3} & a_{iy3} & a_{iz3} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix3} & a_{iy3} & a_{iz3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_{xx} \\ S_{xy} \\ S_{xz} \\ S_{yx} \\ S_{yy} \\ S_{yz} \\ S_{zx} \\ S_{zy} \\ S_{zz} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{ox1} \\ a_{oy1} \\ a_{oz1} \\ a_{ox2} \\ a_{oy2} \\ a_{oz2} \\ a_{ox3} \\ a_{oy3} \\ a_{oz3} \end{pmatrix}$$

【００４０】

（１４）式において、３個のベクトル($a_{ixk}$, $a_{iyk}$, $a_{izk}$)（k=1, 2, 3）が線形独立であるから、係数行列に見られる９個のベクトル($a_{ixk}$, $a_{iyk}$, $a_{izk}$, 0, 0, 0, 0, 0, 0)（k=1, 2, 3）, (0, 0, 0, $a_{ixk}$, $a_{iyk}$, $a_{izk}$, 0, 0, 0)（k=1, 2, 3）, (0, 0, 0, 0, 0, 0, $a_{ixk}$, $a_{iyk}$, $a_{izk}$)（k=1, 2, 3）は線形独立であるから、（１４

）の係数行列式はゼロでないので、かならず解けることになる。感度$S_{i,j}$（i=x, y, z: j=x, y, z)では、添え字が等しいと主軸感度であり、等しくなければ横感度を表す。演算処理装置１２が（１４）の連立一次方程式で角振動数を走査することで、主軸感度、横感度を、周波数の関数として定義することが可能になる。

【００４１】

（４）慣性センサが三軸加速度＋１自由度角加速度センサで、四次元の振動台（並進３自由度、角加速度１自由度）を用いる場合。

慣性センサ１０としての加速度センサの３個の並進運動の感度軸をＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸とし、さらに、Ｘ軸周りの角加速度の入力軸、出力軸をα軸とする。

【００４２】

これら出力信号を入力して演算処理装置１２が該出力信号をラプラス変換して該出力信号を($a_{ox}(\omega)$, $a_{oy}(\omega)$, $a_{oz}(\omega)$, $a_{oa}(\omega)$)とする。ωは角振動数である。これに対して、前述と同様に各レーザー干渉計６、７、８が角速度センサ１０の入力加速度を計測し、演算処理装置１２が該入力加速度をラプラス変換して（$a_{ix}(\omega)$, $a_{iy}(\omega)$, $a_{iz}(\omega)$, $a_{ia}(\omega)$）とする。入力加速度が、該慣性センサの４個の感度軸で決まる空間（出力加速度空間）上にあるとは仮定しない。感度軸で決まる出力加速度空間にあると仮定したのでは、入力加速度をベクトルとみなしたことにはならない。加速度センサは、入力加速度空間を出力加速度空間に射影する機能を持つセンサである。この時、マトリックス感度は以下に示す４×４のマトリックスで表される。

【００４３】

（１５）式

$$\begin{pmatrix} S_{x,x}, S_{x,y}, S_{x,z}, S_{x,\alpha} \\ S_{y,x}, S_{y,y}, S_{y,z}, S_{y,\alpha} \\ S_{z,x}, S_{z,y}, S_{z,z}, S_{z,\alpha} \\ S_{\alpha,x}, S_{\alpha,y}, S_{\alpha,z}, S_{\alpha,\alpha} \end{pmatrix}$$

【００４４】

$S_{xx}$, $S_{xy}$, $S_{xz}$, $S_{xa}$は各々、加速度センサのＸ軸出力に対する入力信号との関

係を表す。$S_{xx}$はＸ軸入力成分に対するＸ軸出力なので主軸感度、$S_{xy}$は加速度のＹ軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので横感度、$S_{xz}$は加速度のＺ軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので横感度を、$S_{xa}$は加速度のα軸入力成分に対するＸ軸出力信号との関係を表すので横感度を表す。$S_{yx}$，$S_{yy}$，$S_{yz}$，$S_{ya}$については、夫々加速度センサのＹ軸出力に対する入力信号との関係を表すので、$S_{yx}$は加速度のＸ軸入力成分に対する出力信号との関係を表すので横感度、$S_{yy}$は加速度のＹ軸入力成分に対する出力信号との関係を表すので主軸感度、$S_{yz}$は加速度のＺ軸入力成分に対するＹ軸出力信号との関係を表すので横感度を、$S_{ya}$は加速度のα軸入力成分に対するＹ軸出力信号との関係を表すので横感度を表す。$S_{zx}$，$S_{zy}$，$S_{zz}$，$S_{za}$は、各々加速度センサのＺ軸出力に対する入力信号との関係を表すので、$S_{zx}$は加速度センサへのＸ軸入力成分に対する出力信号との関係を表すので横感度、$S_{zy}$は加速度センサへのＹ軸入力に対する出力信号との関係を表すので横感度、$S_{zz}$は加速度センサへのＺ軸入力成分に対する出力信号との関係を表すので主軸感度を、$S_{za}$は加速度センサへのα軸入力成分に対する出力信号との関係を表すので横感度表す。$S_{ax}$，$S_{ay}$，$S_{az}$，$S_{aa}$は、加速度センサのα軸出力に対する入力信号との関係を表すので、$S_{ax}$は加速度のＸ軸入力成分に対する出力信号との関係を表すので横感度を、$S_{ay}$は加速度のＹ軸入力成分に対する出力信号との関係を表すので横感度を、$S_{az}$は加速度のＺ軸入力成分に対するα軸出力信号との関係を表すので横感度を、$S_{aa}$は加速度のα軸入力成分に対するα軸出力信号との関係を表すので主軸感度を表す。このとき、入力ベクトルと、出力ベクトルとの関係は次式で表される。

【００４５】

（１６）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oz}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{o\alpha}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega), S_{x,\alpha}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega), S_{y,\alpha}(\omega) \\ S_{z,x}(\omega), S_{z,y}(\omega), S_{z,z}(\omega), S_{z,\alpha}(\omega) \\ S_{\alpha,x}(\omega), S_{\alpha,y}(\omega), S_{\alpha,z}(\omega), S_{\alpha,\alpha}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix}\exp(j\omega) \\ a_{iy}\exp(j\omega) \\ a_{iz}\exp(j\omega) \\ a_{i\alpha}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

【００４６】

四次元の振動台は、四次元空間で独立な４個のベクトル振動加速度を生成する

ことが出来るので、それらを$(a_{ix1}, a_{iy1}, a_{iz1}, a_{ia1})\exp(j\omega)$, $(a_{ix2}, a_{iy2}, a_{iz2}, a_{ia2})\exp(j\omega)$, $(a_{ix3}, a_{iy3}, a_{iz3}, a_{ia3})\exp(j\omega)$、$(a_{ix4}, a_{iy4}, a_{iz4}, a_{ia4})\exp(j\omega)$とする。この時（１６）式に代入すると、以下の４個の方程式（１７）、（１８）、（１９）、（２０）が成立する。$a_{ox}$, $a_{oy}$, $a_{oz}$, $a_{oa}$は、$\exp(j\omega)$との位相、ゲインを考えた$\omega$の関数としての複素数である。４個の方程式（１７）、（１８）、（１９）、（２０）を感度マトリックスの全ての成分に関する連立一次方程式としてまとめると、（２１）式を得る。

【００４７】

（１７）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox1}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy1}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oz1}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{o\alpha1}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega), S_{x,\alpha}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega), S_{y,\alpha}(\omega) \\ S_{z,x}(\omega), S_{z,y}(\omega), S_{z,z}(\omega), S_{z,\alpha}(\omega) \\ S_{\alpha,x}(\omega), S_{\alpha,y}(\omega), S_{\alpha,z}(\omega), S_{\alpha,\alpha}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix1}\exp(j\omega) \\ a_{iy1}\exp(j\omega) \\ a_{iz1}\exp(j\omega) \\ a_{i\alpha1}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（１８）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox2}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy2}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oz2}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{o\alpha2}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega), S_{x,\alpha}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega), S_{y,\alpha}(\omega) \\ S_{z,x}(\omega), S_{z,y}(\omega), S_{z,z}(\omega), S_{z,\alpha}(\omega) \\ S_{\alpha,x}(\omega), S_{\alpha,y}(\omega), S_{\alpha,z}(\omega), S_{\alpha,\alpha}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix2}\exp(j\omega) \\ a_{iy2}\exp(j\omega) \\ a_{iz2}\exp(j\omega) \\ a_{i\alpha2}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（１９）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox3}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy3}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oz3}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{o\alpha3}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega), S_{x,\alpha}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega), S_{y,\alpha}(\omega) \\ S_{z,x}(\omega), S_{z,y}(\omega), S_{z,z}(\omega), S_{z,\alpha}(\omega) \\ S_{\alpha,x}(\omega), S_{\alpha,y}(\omega), S_{\alpha,z}(\omega), S_{\alpha,\alpha}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix3}\exp(j\omega) \\ a_{iy3}\exp(j\omega) \\ a_{iz3}\exp(j\omega) \\ a_{i\alpha3}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（２０）式

$$\begin{pmatrix} a_{ox4}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oy4}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{oz4}(\omega)\exp(j\omega) \\ a_{o\alpha4}(\omega)\exp(j\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{x,x}(\omega), S_{x,y}(\omega), S_{x,z}(\omega), S_{x,\alpha}(\omega) \\ S_{y,x}(\omega), S_{y,y}(\omega), S_{y,z}(\omega), S_{y,\alpha}(\omega) \\ S_{z,x}(\omega), S_{z,y}(\omega), S_{z,z}(\omega), S_{z,\alpha}(\omega) \\ S_{\alpha,x}(\omega), S_{\alpha,y}(\omega), S_{\alpha,z}(\omega), S_{\alpha,\alpha}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{ix4}\exp(j\omega) \\ a_{iy4}\exp(j\omega) \\ a_{iz4}\exp(j\omega) \\ a_{i\alpha4}\exp(j\omega) \end{pmatrix}$$

（２１）式

$$
\begin{pmatrix}
a_{ix1} & a_{iy1} & a_{iz1} & a_{i\alpha1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix1} & a_{iy1} & a_{iz1} & a_{i\alpha1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix1} & a_{iy1} & a_{iz1} & a_{i\alpha1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix1} & a_{iy1} & a_{iz1} & a_{i\alpha1} \\
a_{ix2} & a_{iy2} & a_{iz3} & a_{i\alpha4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix2} & a_{iy2} & a_{iz2} & a_{i\alpha2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix2} & a_{iy2} & a_{iz2} & a_{i\alpha2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix2} & a_{iy2} & a_{iz2} & a_{i\alpha2} \\
a_{ix3} & a_{iy3} & a_{iz3} & a_{i\alpha3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix3} & a_{iy3} & a_{iz3} & a_{i\alpha3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix3} & a_{iy3} & a_{iz3} & a_{i\alpha3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix3} & a_{iy3} & a_{iz3} & a_{i\alpha3} \\
a_{ix4} & a_{iy4} & a_{iz4} & a_{i\alpha4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix4} & a_{iy4} & a_{iz4} & a_{i\alpha4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix4} & a_{iy4} & a_{iz4} & a_{i\alpha4} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{ix4} & a_{iy4} & a_{iz4} & a_{i\alpha4}
\end{pmatrix}
\begin{pmatrix}
S_{xx} \\ S_{xy} \\ S_{xy} \\ S_{x\alpha} \\ S_{yx} \\ S_{yy} \\ S_{yz} \\ S_{y\alpha} \\ S_{zx} \\ S_{zy} \\ S_{zz} \\ S_{z\alpha} \\ S_{\alpha x} \\ S_{\alpha y} \\ S_{\alpha z} \\ S_{\alpha\alpha}
\end{pmatrix}
=
\begin{pmatrix}
a_{\alpha x1} \\ a_{\alpha y1} \\ a_{\alpha z1} \\ a_{\alpha\alpha1} \\ a_{\alpha x2} \\ a_{\alpha y2} \\ a_{\alpha z2} \\ a_{\alpha\alpha2} \\ a_{\alpha x3} \\ a_{\alpha y3} \\ a_{\alpha z3} \\ a_{\alpha\alpha3} \\ a_{\alpha x4} \\ a_{\alpha y4} \\ a_{\alpha z4} \\ a_{\alpha\alpha4}
\end{pmatrix}
$$

【００４８】

（２１）式において、４個のベクトル($a_{ixk}$, $a_{iyk}$, $a_{izk}$, $a_{iak}$)(k=1, 2, 3, 4)が線形独立であるから、係数行列に見られる１６個のベクトル($a_{ixk}$, $a_{iyk}$, $a_{izk}$, $a_{iak}$, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) (k=1, 2, 3, 4), (0, 0, 0, 0, $a_{ixk}$, $a_{iyk}$, $a_{izk}$, $a_{iak}$, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)(k=1, 2, 3, 4), (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, $a_{ixk}$, $a_{iyk}$, $a_{izk}$, $a_{iak}$, 0, 0, 0, 0 ) (k=1, 2, 3, 4)、(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, $a_{ixk}$, $a_{iyk}$, $a_{izk}$, $a_{iak}$) (k=1, 2, 3, 4)は線形独立であって、（２１）の係数行列式はゼロでないので、かならず解けることになる。感度$S_{i,j}$ (i=x, y, z, $\alpha$ : j=x, y, z, $\alpha$)では、添え字が等しいと主軸感度であり、等しくなければ横感度を表す。演算処理装置１２が（２１）の連立一次方程式で角振動数を走査することで、主軸感度、横感度を、周波数の関数として定義することが可能になる。この例の様に、加速度センサの感度軸がＺ軸であるときに、Ｘ軸周りに回転運動を入れた場合に発生するスカーリング効果による感度の違いは、この方法で求めることが可能になる。

【００４９】

本発明について、下記の如き実施の態様がある。

【００５０】

（１）慣性センサとして、加速度センサ、ジャイロ、加速度と角速度または及び角加速度を計測するセンサ、を対象とし、その慣性センサの取り付け面を運動

発生機のテーブル面に固定したまま全てのデータを取ることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（２）対象とする慣性センサ出力軸のＮ個に注目し、計測法に用いる振動運動発生装置の自由度をＭとするとき（ＮとＭが同時に１にはならないとする）、Ｎ×Ｍ次のマトリックスとして感度を定義し、かつその計算方法を提供することを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。但し、慣性センサの出力軸のＮ１個に関しては、自由度Ｍ１の振動運動発生装置でマトリックス感度を求め、慣性センサの出力軸のＮ２個に関しては、自由度Ｍ２の振動運動発生装置でマトリックス感度を求め、それらを合成して最終的なマトリックス感度を求めるというように複数個の運動発生機をもちいることを、含む。

（３）慣性センサの感度をＮ×Ｍ次のマトリックス（ＮとＭが同時に１にはならないとする）として与えることを可能にする、並進運動または回転運動またはその両方からなる、振動運動発生装置の制御に用いられる慣性センサの感度が、マトリックスとして与えられていることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（４）慣性センサに継続時間の短い衝撃的運動ベクトルを印加し、そのときの慣性センサからの出力信号と入力信号をスペクトル分解して特性の周波数成分に注目し、連立一次方程式をたてて振動数ごとのマトリックス感度を求めることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（５）慣性センサにある特定の振動数帯域を持つランダム運動ベクトルを印加し、そのときの慣性センサからの出力信号と入力信号をスペクトル分解して特性の周波数成分に注目し、連立一次方程式をたてて振動数ごとのマトリックス感度を求めることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（６）加速度センサの出力が加速度である以上、出力信号の集合はベクトル空間をなす。そこで、加速度センサの出力信号ベクトル空間の次元を考えその値をＬとするときに、Ｌ次元慣性センサ、もしくはＬ次元加速度センサ、もしくはＬ次元ジャイロと称することを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（７）入力運動ベクトルの入力軸と出力信号ベクトルの成分の出力軸との関係

によっては、マトリックス感度の対応する成分が誤差を意味することを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（８）運動発生装置で校正対象とする慣性センサに印加する運動ベクトルは、レーザ干渉計もしくはレーザ干渉計と運動発生装置で校正された基準慣性センサ、またはそれにトレーサブルな慣性センサで計測されることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（９）重力加速度に対する慣性センサの姿勢角を関数として、マトリックス感度を求めることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（１０）重力加速度に対する取り付け姿勢角によってマトリックス感度の成分の値が変わるような軸数の少ない慣性センサに対して求めたマトリックス感度をもとに、複数個の該慣性センサを組み合わせた際には、各々の重力加速度に対する各々の姿勢角を考慮して全体のマトリックス感度を構成することを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（１１）自動車乗員保護用エアバッグの制御に用いる加速度センサの校正に用いることが可能であり、かつ用いるべきであることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（１２）多軸の地震計のマトリックス感度校正に用いることが可能であり、かつ用いるべきであることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（１３）半導体描画装置を搭載する目的などに用いるような高性能のアクティブ防振台の脚部で振動の検出に用いる慣性センサでは、横感度を求めて防振機能を高度化することが可能である、かつ用いるべきであることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（１４）自動車用サスペンションの制御に用いる加速度センサの校正に用いることが可能であり、かつ用いるべきであることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（１５）ロボットの運動制御に用いる慣性センサの校正に用いることが可能であり、かつ用いるべきであることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度

計測法とその装置。

（１６）人体運動または人体が受ける振動や動物の行動モニターなどの計測に用いる慣性センサの校正に用いることが可能であり、かつ用いるべきであることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（１７）自動車、潜水艦、魚雷、ミサイル、航空機、誘導爆弾に搭載する慣性航法装置に関係する慣性センサの校正に用いることが可能であり、かつ用いるべきであることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

（１８）画像機器、映像機器の振動防止に用いる慣性センサの校正に用いることが可能であり、かつ用いるべきであることを特徴とする、慣性センサのマトリックス感度計測法とその装置。

【００５１】

【発明の効果】

このように本発明によると、ベクトルとしての加速度で校正ができるようになり、運動方向がわからない場合の振動計測の精度が向上し、地電計その他の加速度計の計測の信頼度が向上する等の効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図１】

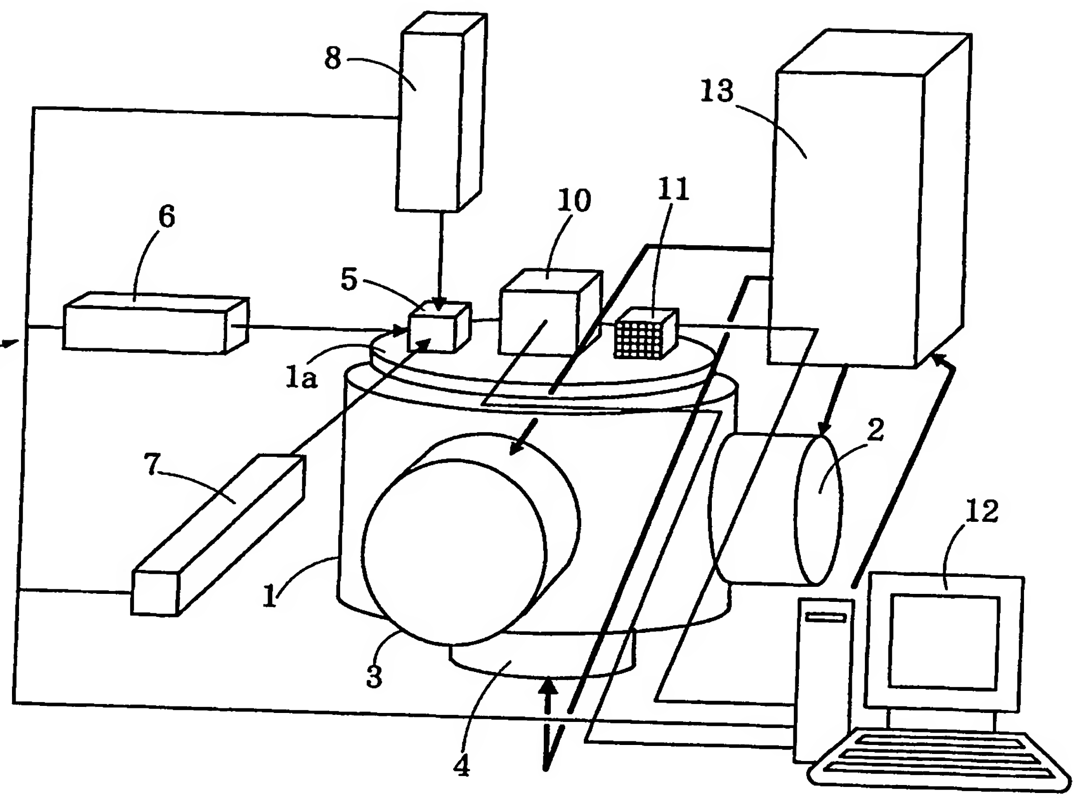
本発明の計測装置の１実施の形態の説明図である。

【符号の説明】

| | |
|---|---|
| 1 | 振動台 |
| 1ａ | テーブル |
| 9 | 入力計測手段 |
| 1０ | 慣性センサ |
| 1２ | 演算処理手段 |

【書類名】　　図　面

【図１】



【書類名】　要約書
【要約】
【課題】　慣性センサの高精度な動的マトリックス感度を得ることができる計測方法及び計測装置を提供する。
【解決手段】　計測方法として、慣性センサ１０に複数軸の振動運動を付与し、該慣性センサ１０に付与される複数軸の振動運動の入力ベクトルを計測すると共に振動運動を付与された該慣性センサ１０の各出力軸の出力ベクトルを計測し、これら入力ベクトルと出力ベクトルから該慣性センサのマトリックス感度を算出する。又計測装置として、上面に慣性センサ１０を係着可能なテーブル１ａを具備し該テーブル１ａに複数軸の振動を付与する振動台１と、該テーブル１ａを介して前記慣性センサ１０に付与される複数軸の振動運動の入力ベクトルを計測する入力計測手段９と、振動運動を付与された前記慣性センサ１０の各出力軸の出力ベクトルを入力して前記慣性セナ１０のマトリックス感度を算出する演算処理手段１２とからなる。
【選択図】　図１

# 認定・付加情報

| | |
|---|---|
| 特許出願の番号 | 特願２００３－１２３４１７ |
| 受付番号 | ５０３００７１０５３１ |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 鎌田　柾規　　　８０４５ |
| 作成日 | 平成１５年　５月　８日 |

＜認定情報・付加情報＞

| | |
|---|---|
| 【特許出願人】 | |
| 【識別番号】 | 301021533 |
| 【住所又は居所】 | 東京都千代田区霞が関１－３－１ |
| 【氏名又は名称】 | 独立行政法人産業技術総合研究所 |
| 【特許出願人】 | |
| 【識別番号】 | 000100676 |
| 【住所又は居所】 | 大阪府大阪市北区茶屋町１８番２１号 |
| 【氏名又は名称】 | ＩＭＶ株式会社 |
| 【代理人】 | 申請人 |
| 【識別番号】 | 100081787 |
| 【住所又は居所】 | 東京都中央区日本橋小伝馬町１６番８号　共同ビル　小山特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 小山　輝晃 |

次頁無

【書類名】　手続補正書
【整理番号】　P15-16
【提出日】　平成15年 5月21日
【あて先】　特許庁長官　太田　信一郎　殿
【事件の表示】
　【出願番号】　特願2003-123417
【補正をする者】
　【識別番号】　301021533
　【氏名又は名称】　独立行政法人産業技術総合研究所
【補正をする者】
　【識別番号】　000100676
　【氏名又は名称】　ＩＭＶ株式会社
【代理人】
　【識別番号】　100081787
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　小山　輝晃
【手続補正　1】
　【補正対象書類名】　特許願
　【補正対象項目名】　発明者
　【補正方法】　変更
　【補正の内容】
　　【発明者】
　　【住所又は居所】　茨城県つくば市東１－１－１　独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
　　【氏名】　梅田　章
　　【その他】　平成１５年４月２８日付にて提出いたしました特許願の発明者の住所を本来勤務地の住所を記載すべきところ自宅住所を誤って記載したため訂正いたします。
　【プルーフの要否】　要

【書類名】　出願人名義変更届
【あて先】　特許庁長官　殿
【事件の表示】
　　【出願番号】　特願2003-123417
【承継人】
　　【識別番号】　301021533
　　【氏名又は名称】　独立行政法人産業技術総合研究所
　　【代表者】　吉川　弘之
　　【電話番号】　029-861-3280

# 認定・付加情報

| | |
|---|---|
| 特許出願の番号 | 特願２００３－１２３４１７ |
| 受付番号 | ５０３０１５７２９８９ |
| 書類名 | 出願人名義変更届 |
| 担当官 | 鎌田　柾規　　　　８０４５ |
| 作成日 | 平成１６年　１月２２日 |

＜認定情報・付加情報＞

| | |
|---|---|
| 【提出日】 | 平成15年 9月24日 |

# 出願人履歴情報

識別番号　　［３０１０２１５３３］

１．変更年月日　　２００１年　４月　２日
　［変更理由］　　新規登録
　　住　所　　東京都千代田区霞が関１－３－１
　　氏　名　　独立行政法人産業技術総合研究所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号　　［０００１００６７６］

１．変更年月日　２００３年　２月１３日
　　［変更理由］　名称変更
　　　住　所　大阪府大阪市北区茶屋町１８番２１号
　　　氏　名　ＩＭＶ株式会社